

⑤

Int. Cl. 2:

C 22 C 21/08

B 23 P 3/06

C 22 F 1/04

⑯ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

1  
7  
1  
DT 2201534 B2

⑪

# Auslegeschrift 22 01 534

⑫

Aktenzeichen: P 22 01 534.5-24

⑬

Anmeldetag: 13. 1. 72

⑭

Offenlegungstag: 19. 7. 73

⑮

Bekanntmachungstag: 18. 3. 76

⑳

Unionspriorität:

① ② ③

⑤④

Bezeichnung:

Verfahren zur Herstellung eines Gleitlagers

⑦①

Anmelder:

The Glacier Metal Co. Ltd., Alperton, Wembley,  
Middlesex (Großbritannien)

⑦④

Vertreter:

Wuesthoff, F., Dr.-Ing.; Pechmann, E. Frhr. von, Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Behrens, D., Dr.-Ing.; Goetz, R., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.;  
Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦②

Erfinder:

Pratt, George Christopher, Chorleywood, Hertfordshire (Großbritannien)

⑤⑥

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DT-PS 7 55 300

Technisches Handbuch d. Karl Schmidt GmbH,

Neckarsulm, Ausg. 1967, S. 240-1

BEST AVAILABLE COPY



FIG. 1.

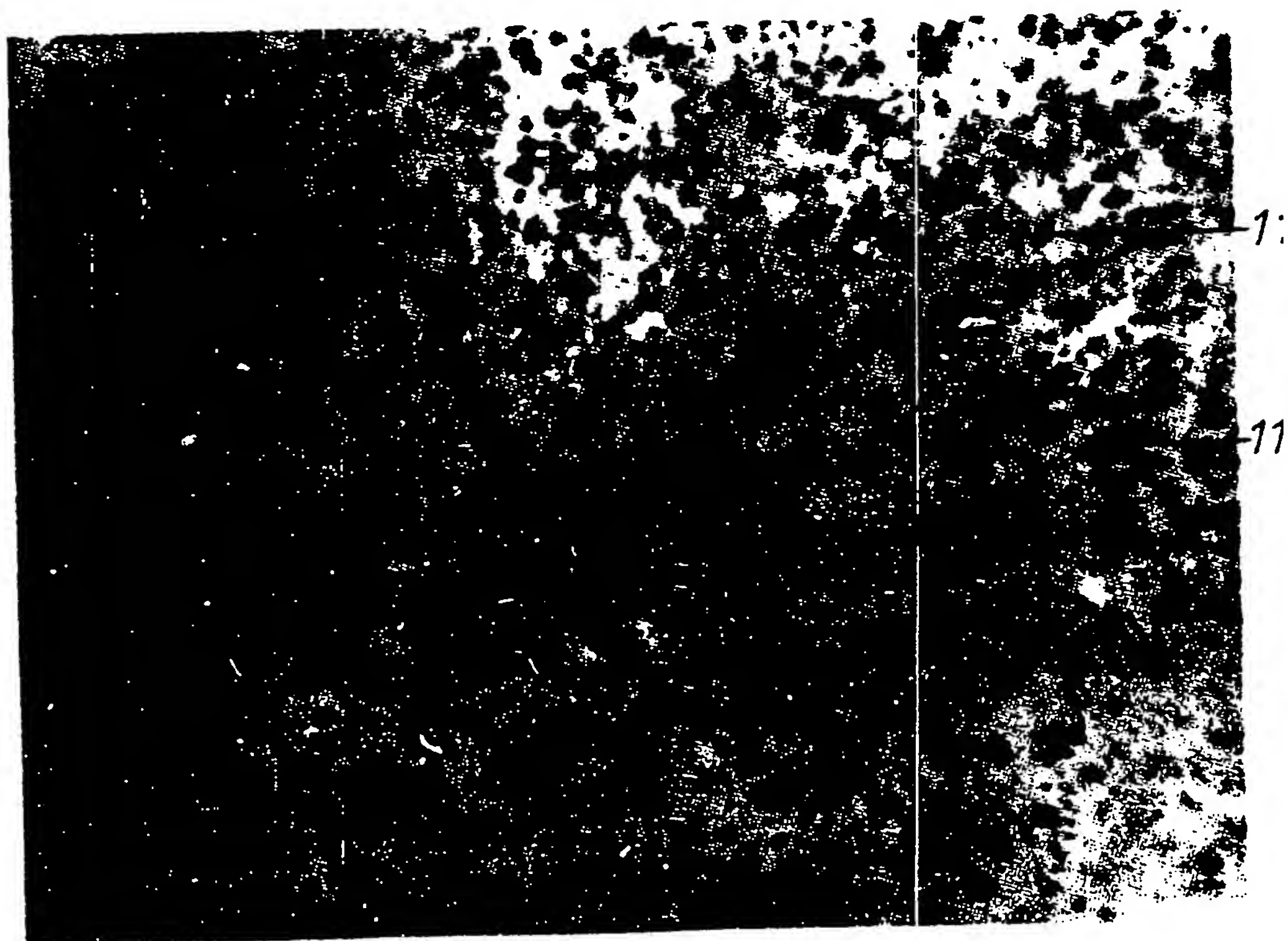


FIG. 3.

tiger Auswahl des Magnesiumgehalts, z. B. in der Größenordnung von 0,65%, einen Lagerstreifen aus Aluminium-Silicium-Legierungen herstellen, der gegebenenfalls mit einer Deckschicht versehen werden kann und trotzdem noch ausreichende Dauerfestigkeit besitzt.

Lager, die nach der Erfindung hergestellt worden sind, zeigen mit einer aufplattierten Deckschicht sehr zufriedenstellende Ergebnisse im Rahmen der Anwendung als große End- oder Hauptlager. Die Anwendung eines derartigen Werkstoffs zur Herstellung von kleinen Endlagern ist ein Gebiet, wo besondere Anforderungen an die Dauerfestigkeit gestellt werden. Hier kann es erforderlich sein, maximalen Magnesiumgehalt aufrechtzuerhalten. Kleine Endlager können unplattiert gegen gehärtete Wellen angewandt werden, so daß das Problem der Plattierung infolge der Anwesenheit von Magnesium ausfällt.

Um die Leistungsfähigkeit der erfindungsgemäß erhaltenen Lager gegenüber anderen zu zeigen, wurden folgende Versuche durchgeführt:

1. Bestimmung der Standzeit in einem Prüfgerät für Lagerbuchsen.

Lagerwerkstoff	Mittlere Standzeit (h)	Ausfall durch
AlSn 94/6	25	Ermüdung
PbCu 30/70	40	Ermüdung
PbSnCu 22/4/72, erfindungsgemäß 11 % Si, 1 % Cu, 88 % Al	1  > 100	Fressen  —

2. Ermittlung der Ermüdungstendenz in Motorlagern mit aufplattierter Deckschicht unter der Einwirkung von dynamischer Last.

Lagerwerkstoff	Ermüdungswert (kp/mm <sup>2</sup> )
AlSn 94/6	10,5
PbCu 30/70	11,2 bis 12
11 % Si, 1 % Cu, 88 % Al	12,7

Die angewandte Aluminium-Silicium-Legierung zeichnet sich durch besondere Beständigkeit gegenüber Ermüdung und Fressen aus, also Eigenschaften, die normalerweise in einer Legierung nicht gemeinsam auftreten. Bisher hat man versucht, dieses Problem dadurch zu überwinden, in dem man vielschichtige Lagermaterialien unterschiedlicher Legierungen jeweils mit besonderen Eigenschaften angewandte.

Nach einem Beispiel zur erfindungsgemäßen Herstellung des Lagers durch Warmwalzen kann man ausgehen von einer 19 mm dicken gegossenen Stange aus Aluminium-Silicium-Legierung, die auf eine Dicke von 17 mm abgeschält wurde, wodurch man eine entsprechende Oberfläche erhielt; dann wird das Blech viermal um 2,5, zweimal um 0,12 und wiederholte Male um 0,76 mm bis auf eine Enddicke von 1,2 mm abgewalzt, mit der dieses Blech dann mit dem

Stahlrücken verbunden wird. Nach jedem Walzstich erfolgt ein Glühen bei 480 bis 500° C während 0,5 bis 1 h.

Fig. 1 zeigt eine Mikrophotographie des Schliffs einer Aluminium-Silicium-Guß-Legierung für Kolben. Die Siliciausscheidungen A, die in Form eines ununterbrochenen Netzwerks innerhalb einer Aluminiumgrundmasse vorliegen, machen ein solches Material für Lagerwerkstoffe ungeeignet. Die Duktilität der Legierung ist gering, die Dehnung liegt in der Größenordnung zwischen 0,5 und 3,5%, teils auf Grund der länglichen Ausbildung der Siliciausscheidungen.

Eine derartige Duktilität entspricht jedoch nicht derjenigen für Lagerwerkstoffe, da in vielen Fällen das Lager in gewissem Ausmaß eine nichtzentrische Lage der Welle oder einen über Kante erfolgenden Lastangriff ausgleichen muß.

Die Werkstoffe in den erfindungsgemäß erhaltenen Lagern entsprechen in ihrem Gefüge den Fig. 2 und 3. Daraus ergibt sich, daß die Siliciausscheidungen in feinteiliger Form 11 vorliegen, deren Maße im wesentlichen zwischen 2,5 und 25 µm liegen und die gleichmäßig in der Aluminiumgrundmasse verteilt sind. In der Fig. 2 ist ein Schnitt parallel der relativen Gleitrichtung jedoch senkrecht zur Laufachse eines Lagers angedeutet. Die Fig. 3 zeigt die mikrophotographische Aufnahme des Schliffs entlang III-III der Fig. 2. Die Duktilität der erfindungsgemäßen Legierung ist etwa mehr als viermal so hoch als die des in Fig. 1 gezeigten Materials gleicher chemischer Zusammensetzung und hat eine Dehnung in der Größenordnung von 12 bis 17%. Diese verbesserte Duktilität erreicht man, ohne daß dies auf Kosten der Festigkeit geht, so daß sich dieses Material hervorragend als Lagerwerkstoff eignet. Die länglichen Ausscheidungen der Fig. 1 sind, wie aus der Fig. 3 hervorgeht, durch die Walz- und Glühvorgänge aufgebrochen. Es bildeten sich daraus Plättchen, deren Hauptdimension in der Blechebene liegt und eher größer ist als die senkrechte Dimension in dieser Ebene. Die Hauptdimensionen liegen parallel zur Länge des Streifens und damit parallel mit der Gleitrichtung innerhalb des Lagers.

Fig. 2 zeigt die Anisotropie des Gefüges. Ein hoher Anteil von Siliciumteilchen in Form von Plättchen ist parallel zu der Gleitfläche ausgerichtet. Im Mittel betragen die kleinsten Dimensionen quer über die Flächen mehr als die dreifache Dicke. Auf diese Weise ist der maximale Anteil an Silicium in der Gleitfläche und dieses damit in der Lage, die Widerstandsfähigkeit gegen ein Festfressen der Legierung zu verbessern.

Die Kombination der Eigenschaften der erfindungsgemäß angewandten Legierung im Sinne der Fig. 2 und 3 gestattet einen zufriedenstellenden Betrieb in vielen Anwendungsbereichen von Lagern in einfacher Bimetallform, d. h. ohne eine zusätzlich weiche und dünne Bleiauflage, wie man sie für viele hochfeste Lagerwerkstoffe anwendet. Nichtsdestotrotz kann für einige Anwendungen eine solche Auflage vorteilhaft sein und wird in üblicher Weise aufplattiert.

Ein weiterer Vorteil der Legierungen in den erfindungsgemäßen Lagern im Sinne der Fig. 2 und 3 liegt darin, daß die Duktilität ausreicht, um sie in üblicher Weise durch Kaltwalzen mit dem Stahlrücken zu verbinden. Dies ist nicht der Fall mit einem Werkstoff nach Fig. 1. Darüber hinaus kann man die



## Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung eines Gleitlagers aus einer Aluminium-Silicium-Legierung als Laufschiicht auf einem Stahlrücken, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Gußkörper aus einer an sich bekannten Legierung, bestehend aus 5 bis 15% Silicium, 0 bis 5% Kupfer, 0 bis 5% Magnesium und/oder Nickel, 0 bis 10% Wismut, 0 bis 1% Blei, 0 bis 0,3% Eisen und/oder Mangan, Rest Aluminium mit den üblichen herstellungsbedingten Verunreinigungen, entweder durch Warm- oder Kaltwalzen in einer Vielzahl von Schritten, eventuell mit rekristallisierenden Zwischenglühungen, oder durch Strangpressen ein Gefüge eingestellt wird, in dem die Siliciumausscheidungen kein zusammenhängendes Netzwerk bilden, sondern in Form von Plättchen vorliegen, von denen eine in der Plattenebene liegende Abmessung wesentlich größer ist als die senkrecht zur Plattenebene liegende Dimension, und daß der so hergestellte Formkörper unmittelbar kalt auf den Stahlrücken aufgewalzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Legierung mit 10,3 bis 11% Silicium und 0,9 bis 1,1% Kupfer behandelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Legierung mit 11% Silicium behandelt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Herstellung des auf den Stahlrücken aufzuwalzenden Formkörpers mindestens um 90% verformt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Gußkörper 24 h geglüht und anschließend in mehreren Stufen abgewalzt wird.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Gleitlagers aus einer Aluminium-Silicium-Legierung als Laufschiicht auf einem Stahlrücken, die sich durch gute Gleiteigenschaften auszeichnet.

Aus den US-PS 33 00 836 und 33 00 838 ist bekannt, eine Aluminiumlegierung auf ein Stahlband als Lagerrücken aufzubringen. Die dort angewandten Aluminiumlegierungen enthalten zwangsläufig 4 bis 10% Zinn. Auf Grund des Zinngehaltes ist eine einfache und einwandfreie Bindung auf einem Stahlrücken durch Kaltwalzen nicht möglich. Um das Abquetschen der weichen Zinnphase aus dem Lagermaterial zu vermeiden, wird nach diesen US-Patentschriften mit warmen Walzen gewalzt.

Aufgabe der Erfindung ist nun ein Verfahren zur Herstellung eines Gleitlagers unter Verwendung einer Aluminium-Silicium-Legierung als Laufschiicht auf einem Stahlrücken, wobei sich die Legierung kalt direkt auf den Stahlrücken aufwalzen läßt, ohne daß man üblicherweise eine Zwischenschicht für eine einwandfreie Bindung des Gleitmaterials auf dem Stahlrücken aufbringen muß. Es hat sich nun gezeigt, daß nicht nur ein Zinngehalt auf die Bindefähigkeit der Aluminiumlegierung am Stahlrücken nachteilig ist, sondern auch ein gewisser Bleigehalt. Auch die Alu-

miniumlegierung mit 0,1 bis 5% Blei nach der DT-PS 7 55 300 zeigt auf der Stützschiicht aus Stahl beim Kaltwalzen eine ungenügende Bindung, da das Blei ausgequetscht wird.

Erfindungsgemäß verwendet man nun einen Gußkörper aus einer an sich bekannten Legierung, bestehend aus 5 bis 15% Silicium, 0 bis 5% Kupfer, 0 bis 5% Magnesium und/oder Nickel, 0 bis 10% Wismut, 0 bis 1% Blei, 0 bis 0,3% Eisen und/oder Mangan, Rest Aluminium mit den üblichen herstellungsbedingten Verunreinigungen, indem man entweder durch Warm- oder Kaltwalzen in einer Vielzahl von Schritten, eventuell mit rekristallisierenden Zwischenglühungen, oder durch Strangpressen ein Gefüge einstellt, in dem die Siliciumausscheidungen kein zusammenhängendes Netzwerk bilden, sondern in Form von Plättchen vorliegen, von denen eine in der Plattenebene liegende Abmessung wesentlich größer ist als die senkrecht zur Plattenebene liegende Dimension, und daß der so hergestellte Formkörper unmittelbar kalt auf den Rücken aufgewalzt wird. Als besonders geeignet erwies sich eine Legierung mit 10,3 bis 11% Silicium und 0,9 bis 1,1% Kupfer. Der Verformungsgrad bei der Herstellung des auf den Stahlrücken aufzuwalzenden Formkörpers soll mindestens 90% betragen. Es ist zweckmäßig, den Gußkörper 24 h zu glühen und anschließend in mehreren Stufen abzuwalzen. So kann man beispielsweise von einem etwa 19 mm dicken Gußkörper nach dem Walzen auf etwa 1,2 mm kommen. Zwischen den einzelnen Walzstücken kann 0,5 bis 1 h zwischen 480 und 500°C geglüht werden, abhängig von der Materialdicke. Durch diese Behandlung werden die Siliciumausscheidungen des Gußgefüges beim Walzen vergrößert und können gegebenenfalls in relativ feiner Form unter Bildung eines anisotropen Werkstoffes aufbrechen.

Nickel und Magnesium können enthalten sein, vorausgesetzt, daß deren Gesamtanteil 5% nicht übersteigt. In diesem Fall muß jedoch warmgewalzt werden, um ein Band entsprechender Dicke für die Verbindung mit einem Stahlrücken zu erhalten. Wie erwähnt, liegen in den erfindungsgemäß erhaltenen Lagern die Siliciumausscheidungen plättchenförmig vor, wobei die bevorzugte Dimension vorzugsweise parallel zur Gleitrichtung des Lagers liegt. Die Plättchen sind im allgemeinen dünn und besitzen im allgemeinen eine Dicke, die weniger als  $\frac{1}{3}$  des mittleren Plättchendurchmessers beträgt. Sind Nickel und Magnesium jedoch nicht anwesend, so reicht ein Kaltwalzen. Der Gußkörper, aus dem das Bandmaterial hergestellt wird, kann entweder durch Kokillen- oder Sandguß oder durch Strangguß, wobei letzteres bevorzugt wird, erhalten worden sein. Eine durch Stranggießen erhaltene Stange kann vorteilhaft sein, da gegenüber in Kokillen abgegossenen Stangen das Silicium anfänglich feinteiliger vorzuliegen scheint. An Stelle entweder in einer Vielzahl von Stufen warmzuwalzen oder kaltzuwalzen, kann man die Aluminium-Silicium-Legierung auch ausreichend duktil machen, so daß sie durch andere Umformungsverfahren, wie Strangpressen, auf eine entsprechende Dicke zur Verbindung mit einem Stahlrücken geeignet ist. Das Preßverhältnis sollte vorzugsweise über 100 liegen.

Aluminium-Silicium-Legierungen mit einem Magnesiumgehalt stellen Probleme dar bei dem Plattieren einer Deckschiicht, jedoch erreicht man eine ausreichende Dauerfestigkeit. So kann man bei sorgfäl-

tiger Auswahl des Magnesiumgehalts, z. B. in der Größenordnung von 0,65%, einen Lagerstreifen aus Aluminium-Silicium-Legierungen herstellen, der gegebenenfalls mit einer Deckschicht versehen werden kann und trotzdem noch ausreichende Dauerfestigkeit besitzt.

Lager, die nach der Erfindung hergestellt worden sind, zeigen mit einer aufplattierten Deckschicht sehr zufriedenstellende Ergebnisse im Rahmen der Anwendung als große End- oder Hauptlager. Die Anwendung eines derartigen Werkstoffs zur Herstellung von kleinen Endlagern ist ein Gebiet, wo besondere Anforderungen an die Dauerfestigkeit gestellt werden. Hier kann es erforderlich sein, maximalen Magnesiumgehalt aufrechtzuerhalten. Kleine Endlager können unplattiert gegen gehärtete Wellen angewandt werden, so daß das Problem der Plattierung infolge der Anwesenheit von Magnesium ausfällt.

Um die Leistungsfähigkeit der erfindungsgemäß erhaltenen Lager gegenüber anderen zu zeigen, wurden folgende Versuche durchgeführt:

1. Bestimmung der Standzeit in einem Prüfgerät für Lagerbuchsen.

Lagerwerkstoff	Mittlere Standzeit (h)	Ausfall durch
AlSn 94/6	25	Ermüdung
PbCu 30/70	40	Ermüdung
PbSnCu 22/4/72, erfindungsgemäß	1	Fressen
11% Si, 1% Cu, 88% Al	> 100	—

2. Ermittlung der Ermüdungstendenz in Motorlagern mit aufplattierter Deckschicht unter der Einwirkung von dynamischer Last.

Lagerwerkstoff	Ermüdungswert (kp/mm <sup>2</sup> )
AlSn 94/6	10,5
PbCu 30/70	11,2 bis 12
11% Si, 1% Cu, 88% Al	12,7

Die angewandte Aluminium-Silicium-Legierung zeichnet sich durch besondere Beständigkeit gegenüber Ermüdung und Fressen aus, also Eigenschaften, die normalerweise in einer Legierung nicht gemeinsam auftreten. Bisher hat man versucht, dieses Problem dadurch zu überwinden, in dem man vielschichtige Lagermaterialien unterschiedlicher Legierungen jeweils mit besonderen Eigenschaften angewandte.

Nach einem Beispiel zur erfindungsgemäßen Herstellung des Lagers durch Warmwalzen kann man ausgehen von einer 19 mm dicken gegossenen Stange aus Aluminium-Silicium-Legierung, die auf eine Dicke von 17 mm abgeschält wurde, wodurch man eine entsprechende Oberfläche erhielt; dann wird das Blech viermal um 2,5, zweimal um 0,12 und wiederholte Male um 0,76 mm bis auf eine Enddicke von 1,2 mm abgewalzt, mit der dieses Blech dann mit dem

Stahlrücken verbunden wird. Nach jedem Walzstich erfolgt ein Glühen bei 480 bis 500° C während 0,5 bis 1 h.

Fig. 1 zeigt eine Mikrophotographie des Schliffs einer Aluminium-Silicium-Guß-Legierung für Kolben. Die Siliciausscheidungen A, die in Form eines ununterbrochenen Netzwerks innerhalb einer Aluminiumgrundmasse vorliegen, machen ein solches Material für Lagerwerkstoffe ungeeignet. Die Duktilität der Legierung ist gering, die Dehnung liegt in der Größenordnung zwischen 0,5 und 3,5%, teils auf Grund der länglichen Ausbildung der Siliciausscheidungen.

Eine derartige Duktilität entspricht jedoch nicht derjenigen für Lagerwerkstoffe, da in vielen Fällen das Lager in gewissem Ausmaß eine nichtzentrische Lage der Welle oder einen über Kante erfolgenden Lastangriff ausgleichen muß.

Die Werkstoffe in den erfindungsgemäß erhaltenen Lagern entsprechen in ihrem Gefüge den Fig. 2 und 3. Daraus ergibt sich, daß die Siliciausscheidungen in feinteiliger Form 11 vorliegen, deren Maße im wesentlichen zwischen 2,5 und 25 µm liegen und die gleichmäßig in der Aluminiumgrundmasse verteilt sind. In der Fig. 2 ist ein Schnitt parallel der relativen Gleitrichtung jedoch senkrecht zur Laufachse eines Lagers angedeutet. Die Fig. 3 zeigt die mikrophotographische Aufnahme des Schliffs entlang III-III der Fig. 2. Die Duktilität der erfindungsgemäßen Legierung ist etwa mehr als viermal so hoch als die des in Fig. 1 gezeigten Materials gleicher chemischer Zusammensetzung und hat eine Dehnung in der Größenordnung von 12 bis 17%. Diese verbesserte Duktilität erreicht man, ohne daß dies auf Kosten der Festigkeit geht, so daß sich dieses Material hervorragend als Lagerwerkstoff eignet. Die länglichen Ausscheidungen der Fig. 1 sind, wie aus der Fig. 3 hervorgeht, durch die Walz- und Glühvorgänge aufgebrochen. Es bildeten sich daraus Plättchen, deren Hauptdimension in der Blechebene liegt und eher größer ist als die senkrechte Dimension in dieser Ebene. Die Hauptdimensionen liegen parallel zur Länge des Streifens und damit parallel mit der Gleitrichtung innerhalb des Lagers.

Fig. 2 zeigt die Anisotropie des Gefüges. Ein hoher Anteil von Siliciumteilchen in Form von Plättchen ist parallel zu der Gleitfläche ausgerichtet. Im Mittel betragen die kleinsten Dimensionen quer über die Flächen mehr als die dreifache Dicke. Auf diese Weise ist der maximale Anteil an Silicium in der Gleitfläche und dieses damit in der Lage, die Widerstandsfähigkeit gegen ein Festfressen der Legierung zu verbessern.

Die Kombination der Eigenschaften der erfindungsgemäß angewandten Legierung im Sinne der Fig. 2 und 3 gestattet einen zufriedenstellenden Betrieb in vielen Anwendungsbereichen von Lagern in einfacher Bimetallform, d. h. ohne eine zusätzlich weiche und dünne Bleiauflage, wie man sie für viele hochfeste Lagerwerkstoffe anwendet. Nichtsdestotrotz kann für einige Anwendungen eine solche Auflage vorteilhaft sein und wird in üblicher Weise aufplattiert.

Ein weiterer Vorteil der Legierungen in den erfindungsgemäßen Lagern im Sinne der Fig. 2 und 3 liegt darin, daß die Duktilität ausreicht, um sie in üblicher Weise durch Kaltwalzen mit dem Stahlrücken zu verbinden. Dies ist nicht der Fall mit einem Werkstoff nach Fig. 1. Darüber hinaus kann man die

Legierung direkt auf den Stahlrücken aufwalzen ohne die Notwendigkeit einer Zwischenschicht z. B. aus Nickel oder Reinaluminium, wie man das im allgemeinen für die Herstellung von Lagermaterialien auf der Basis anderer Aluminiumlegierungen tun muß.

Bei Betrieb neigt das erfindungsgemäße Lager nicht zum sogenannten Fressen. Diese Erscheinung wird

häufig bei weichen Lagerwerkstoffen beobachtet, jedoch zeigen die erfindungsgemäßen Lager diese Eigenschaft auch bei hoher Festigkeit nicht. Die erfindungsgemäßen Lager können sich zum Ausgleich von Unregelmäßigkeiten in der gleitenden Fläche verformen und lassen sich als Folge ihrer Duktilität gut und sicher durch Zusammenwalzen mit einem Stahlrücken verbinden.

---

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

---

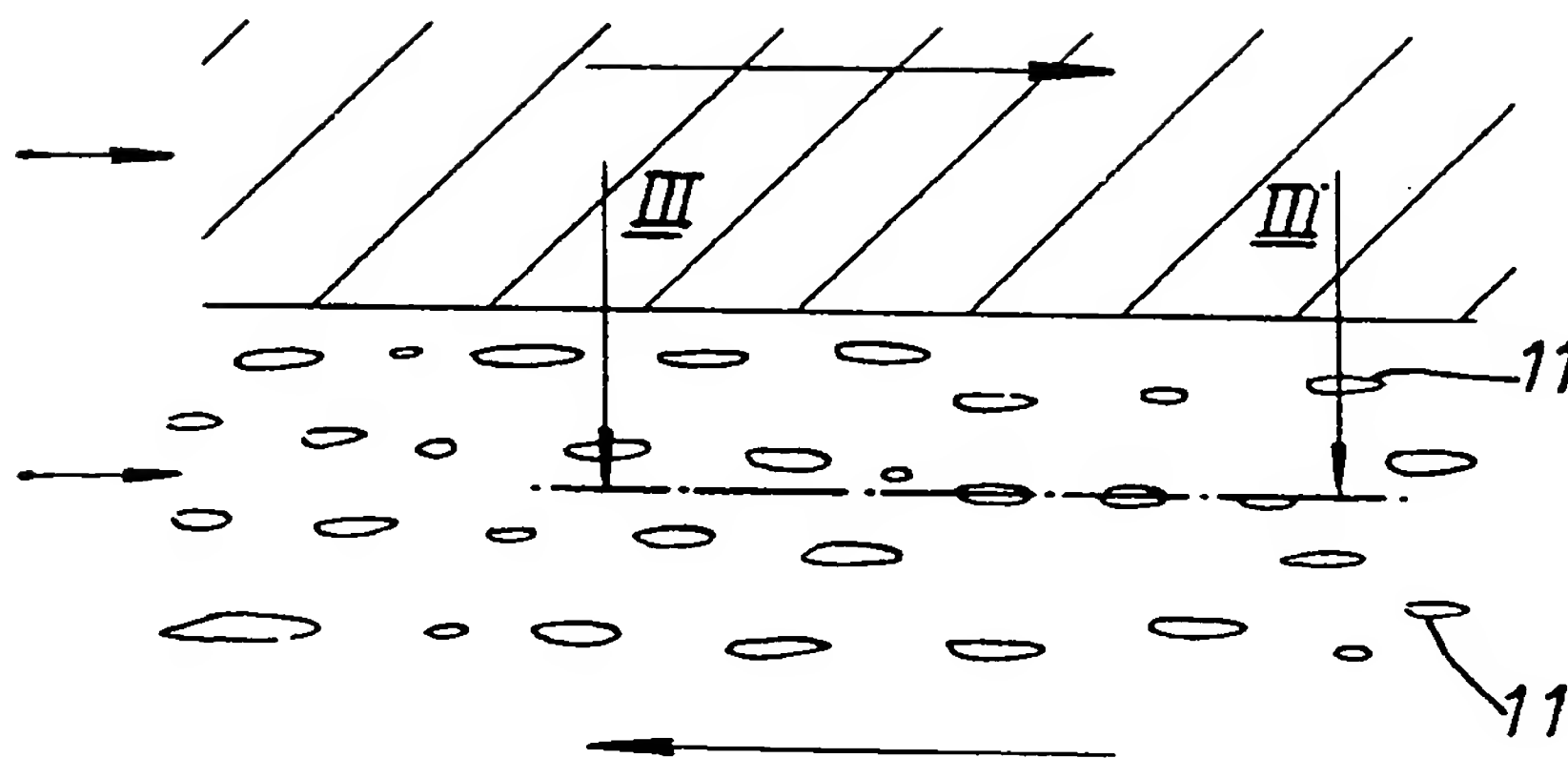


FIG. 2.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**